

Tabla de Contenido

1. Introducción, objetivos y alcances	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo general	2
1.2.1. Objetivos específicos	2
1.3. Alcances	2
2. Marco teórico	4
2.1. Segmento de distribución	4
2.1.1. Sistemas o redes de distribución	4
2.1.2. Topología redes de distribución	6
2.2. Formas de agrupación de cargas	7
2.2.1. Concepto de Smartgrid	10
2.2.2. Concepto de Micro-red	10
2.2.3. Micro-redes urbanas exitosas ejemplos mundiales	11
2.3. Problemas en redes de baja tensión y su mitigación	15
2.3.1. Problemas en redes de baja tensión	15
2.3.1.1. Norma chilena:Problemas en la red	15
2.3.1.2. Problemas de corriente	16
2.3.2. Soluciones de mitigación a los problemas	16
2.3.2.1. Sistemas de almacenamiento	17
2.4. Antecedentes a nivel país para el uso de energías renovables	21
2.4.1. Acuerdo de Paris	21
2.4.2. Net-Billing	22
2.4.2.1. Ley 20.571	22
2.4.2.2. Ley 21.118	23
2.4.2.3. Beneficios de la Ley 21.118 a la energía comunitaria	23
2.4.3. Generación distribuida	25
2.4.4. Programa Casa Solar	26
2.5. Herramientas utilizadas	27
2.5.1. OpenDSS	27
2.5.1.1. Modelación de baterías en OPENDSS	29
2.5.2. Python	30
2.5.3. Crest	31
3. Metodología e implementación	32
3.1. Recopilación de información	33
3.2. Elaboración de bases de datos	33

3.2.1.	Análisis estadístico demandas reales clientes de Pedro de Valdivia Norte	33
3.2.1.1.	Procesamiento preliminar datos	34
3.2.1.2.	Análisis de datos	38
3.2.1.3.	Elaboración de análisis estadístico e histogramas	39
3.2.2.	Análisis estadístico demandas extraídas de la herramienta Crest . . .	40
3.3.	Redes utilizadas en el trabajo	40
3.4.	Análisis Net-billing	41
3.4.1.	Explicación Net-Billing	42
3.4.1.1.	Costos de inversión y valores utilizados	42
3.4.1.2.	Explicación cálculo Net-billing	44
3.5.	Implementación de redes de Distribución en OpenDSS	48
3.6.	Incorporación de sistemas de almacenamiento	49
3.6.1.	Simulación de baterías en las redes implementadas	49
3.6.1.1.	Construcción caso base de almacenamiento	49
3.6.1.2.	Sensibilidades modelo base	53
3.6.1.3.	Ubicación de las baterías	57
3.7.	Análisis de Resultados	59
4.	Resultados y Análisis	60
4.1.	Análisis estadístico Pedro de Valdivia Norte datos procesados	61
4.2.	Análisis estadístico datos Crest	65
4.3.	Resultados ejercicio Net-Billing	69
4.3.1.	Caso con demandas de Crest	69
4.3.2.	Caso con demandas de Pedro de Valdivia Norte	71
4.4.	Resultados problemas de tensión y corriente para red de Reino Unido	74
4.5.	Resultados baterías con demandas de Crest	78
4.5.1.	Batería grupal	78
4.5.1.1.	Caso base	78
4.5.1.2.	Caso 1	80
4.5.1.3.	Caso 2	83
4.5.2.	Batería individual	86
4.5.2.1.	Caso Base	86
4.5.2.2.	Caso 1	88
4.5.2.3.	Caso 2	90
4.6.	Resultados problemas de tensión y corriente para red de Chile	92
5.	Conclusiones	96
5.1.	Trabajo futuro	98
	Bibliografía	100
6.	Anexos	103
6.1.	Anexos Análisis de datos	103
6.1.1.	Análisis estadístico Pedro Valdivia Norte	103
6.1.2.	Análisis estadístico Crest	109
6.2.	Análisis Net-billing	117
6.2.1.	Crest	117

6.2.2.	Pedro de Valdivia	120
6.3.	Análisis baterías	123
6.3.1.	Análisis Crest	123
6.3.1.1.	Caso1	123
6.3.1.2.	Caso 2	126
6.3.2.	Batería individual	129
6.3.2.1.	Caso 1	129
6.3.2.2.	Caso 2	132